ACTA ARACHNOL., **37**: 1−12, October 31, 1988

ヨリメグモの網構造について

新海　明[1)]・新海栄一[1)]

Akira SHINKAI[1)] and Eiichi SHINKAI[1)] : Web Structure of *Conoculus lyugadinus* Komatsu (Araneae : Anapidae)

Abstract : Web structure of *Conoculus lyugadinus* was observed. These webs occurred above the surface of streams, and two types of webs were distinguished.One was a horizontal orb-web with some suspension threads above the web. The other was basically a horizontal orb-web, but the sticky spirals were hung down and reach onto the water suface. In this modified orb-web, the attachment of the sticky spiral on the water surface had many fine threads.

After spinning the sticky spirals, the spider broke every radius part between the hub and the inner loop of sticky spirals, and extended every radius toward the periphery of web. As the radii were reluxed, distal parts of the sticky spirals of the modified orb-web were floating on the stream. These modified orb-webs are therefore "floating web".

The type of web tends to be changed by environmental factors of the web site. The floating webs were seen in the lower part above the water surface. On the other hand, the true horizontal orb-webs were seen in the higher part above the water surface or above dried streams.

These observations suggest that *Conoculus lyugadinus* was derived from an orb-weaving ancestor, and adapted to the aquatic environment.

ヨリメグモ *Conoculus lyugadinus* Komatsu は，従来 Symphytognathidae に属するとされてきたが，むしろ Anapidae に近い特徴をもつ(八木沼，私信)として，最近になり Anapidae (ヨリメグモ科)へと所属が変更されたクモである(新海栄一・高野，1984；八木沼，1986)。

このクモの網構造については,断片的なものではあるが，現在までにいくつかの報告がある。すなわち，小松(1940)は，ヨリメグモは「水中網」または「水面下に到る網」を張ると述べている。また，有田(1964)は「この網は水平無こしき円網を多数の糸で吊り上げている」とし，さらに，この種では「枠糸，縦糸は円網と同様に張られ」，次に「支柱糸」と「吊り糸」が張られ，その後足場糸が張られずに横糸が張られ，最後に無こしき部がつくられて網が完成したと述べている。また，彼はこクモの網を，吊り糸の配置状態によって三つの型に分類している(原

[1)] 国分寺市本多1-6-6
6-6, Honda 1 chome, Kokubunji-shi, Tokyo, 185 Japan

文では「四つ」としているが，実際には三型しか述べていない）。さらに，吊り糸と支柱糸を検鏡した結果，吊り糸には粘球があるが，支柱糸には粘球がないことも見い出しており，吊り糸および支柱糸の役割についての考察も述べている。中平(1973)はヨリメグモの網について「水面に浮かんだ網」「仮に水平円網とする網」と，「水平な網と立体的な網との組合わさった網」の二型を報告している。

我が国以外でのヨリメグモ科Anapidaeに属するクモの網についての報告は少ない。すなわち，LEVI (1978)によると，この種類は森林のリター中に直径35mmの小さな水平の網をつくること，また，その中の写真から，このクモの網が水平網上に多数のタテ糸(吊り糸)を持っていることを伺い知ることができる。HEIMER & NENTWIG (1982)はAnapidaeとSymphytognathidaeの網は放射状の整然とした小さなシート状の網であり，コガネグモ科Araneidaeの円網のように見えるが，重要な違いは網の吊り糸の存在と，タテ糸の配列であると報じている。LEVI (1978)およびHEIMER et NENTWIG (1982)の論文は，いずれも科のレベルでの網の報告であるが，EBERHARD (1982)はその論文中の付表にAnapidaeのクモ，すなわち*Anapis calima* PLATNICK et SHADAB, *A. heredia* PLATNICK et SHADAB, *A.* sp., *Anapisoma simoni* GERTSCHの四種の網について記している。これをみるとタテ糸は中心からワクそして中心へと戻る一過程で一本ずつ張られること，足場糸が張られないこと，こしきは完全に取り除かれたあとで付け加えられること，このときfree zone (空間)においてタテ糸がゆるめられること，また*Anapis heredia*では粘糸を張り終えたあとで，約50本のタテ糸"quaternary radii"が付け加えられたことなどがわかる。

以上述べたように，ヨリメグモ科のクモの網構造について述べたものは若干みられるのであるが，それらはすべて断片的なものばかりである。さらにヨリメグモの網構造についても，小松(1940)，有田(1964)および中平(1973)のものでは食い違いがみられ混乱している。

筆者らは，かねてよりヨリメグモの網には多くの変異が存在することを観察しており，このクモの網構造に興味を持っていた。そして，1984年以来ヨリメグモの網構造および造網過程について調査を進めてきた。その結果，このクモの網型は外見上はさまざまであるが，基本的には大きく二つのタイプにわけられることがわかった。すなわち，①ヨコ糸を水面上に垂下させた水平な「浮遊網(floating web)；新称」と，②「水平円網」である。同一種でありながら，その網型に多様性が存在する場合，その多くは成長に伴う変化であることが多い(EBERHARD, 1977, 1985; 熊田他, 1984; 新海明, 1985; SZLEP, 1961)。そこで，幼体と成体の浮遊網／水平円網の比率がどうなっているかを調べた。その結果，水平円網になるか浮遊網になるかどうかは成長に伴うものではなく，造網環境に影響されていることが判明したのでここに報告し，さらに，これらの調査結果に基づいたヨリメグモの由来についても言及したい。

なお，本稿をまとめるにあたり，八木沼健夫博士には文献の紹介並びに分類に関する助言をしていただいた。吉田真氏には原稿を読んでいただき御教示を願った。ここにお礼申し上げる。

方　　法

調査は東京都八王子市にある八王子城跡内を流れる浅川の支流にあたる城山川(御殿谷川)の最上流部で行った。川幅は1.2m～1.5mほどであった。渓流上は樹木に覆われており，付近の植

生はスギ *Cryptomeria japonica* D. Don，ヤマブキ *Kerria japonica* DC.，ガクアジサイ *Hydrangea macrophylla* Seringe，フジ *Wistaria floribunda* DC.，アザミの一種 *Cirsium* sp.，イタドリ *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. などであった。ヨリメグモは渓流内の直径20～50cmくらいの石，あるいは流木などの間に造網しており，そのまわりにはオオシロカネグモ *Leucauge magnifica* Yaginuma，タニマノドヨウグモ *Metleucauge kompirensis* Bösenberg et Strand，メガネドヨウグモ *M. yunohamensis* Bös. et Str.，ヤマジドヨウグモ *Meta reticuloides* Yaginuma，クスミサラグモ *Neolinyphia fusca* Oi，ナルコグモ *Wendilgarda* sp. などが生息していた。

調査は，1984年は6月から9月の間ほぼ10日ごとに，1985年は6月から9月の間ほぼ7日ごとに実施した。調査時間帯は，造網が最も頻繁に行われる午後3時から午後6時を中心に設けたが，日によって多少のずれがあった。

網の大きさはタテとヨコの各最大長をセンチメートル(cm)の単位で測定した。そして，タテ糸数・ヨコ糸数を数えた。また，こしき部から網の上方に存在するタテ糸数も数え，水面からこしき部までの高さも測定した。造網過程については，特にヨコ糸の張り方に注目して記録をとった。さらに，このクモの網を，①浮遊網:タテ糸と水面との間に張られたヨコ糸が一本以上存在する(ヨコ糸が水面と接して漂っている)網，②水平円網：ヨコ糸がすべてタテ糸間に直接張られている(ヨコ糸は水面に接していない)網，の二つに区別して定義した。そして，それぞれの網の張られていた環境について，(a)水面またはそれに代わる面からこしき部までの高さ，(b)網の下が直接水面か否か，(c)相対的な流速，について調べた。

なお，ヨリメグモの網は石の間の薄暗い渓流に張られていることが多いので，網構造などの観察にあたっては，必ず6V探照灯(4.8V，0.5Aの電球使用)を用いた。

本調査では，ヨリメグモの網は延べ2143例(1984年：623例，1985年：1520例)観察した。調査時期はヨリメグモの繁殖期のため，初期幼体・亜成体・成体のすべてがみられたが，成体は6月中旬から7月中旬にかけて多く観察された。

結　果

1．網の構造について

ヨリメグモの網型は非常に多様であった(Fig. 1)。しかしながら，基本的な構造は普通の円網を張るクモのそれと何ら変わらなかった。ただ，ワク糸とタテ糸の配置が三次元的になっているために，さまざまな形の網となってしまうのである。たとえば，こしき部上方へ延びるタテ糸との間にヨコ糸が張られれば，網は立体的に見えるし(Fig. 1-a)，そうでない時は水平円網となる(Fig. 1-b)。しかし，なによりもヨリメグモの網の中できわめて特徴的なのは，ヨコ糸が流水上に垂下された網があることである(浮遊網：Fig. 1-c, d)。この網は，このクモの網の変異の中で最もよく見られるものであり，雌雄の成体・幼体を問わず，調査した延べ2143例中1584例(73.9%)がこのタイプの網であった。

ここでは，このクモの網構造を，①浮遊網，②水平円網，に区別してそれぞれについて述べる。

①浮遊網：初期幼体から成体にまで見られた。ヨコ糸はタテ糸と水面との間にV字形に張られていた(Fig.1-c,d)。このヨコ糸は全周に張られるのは稀であり，下流方向を中心にして1/

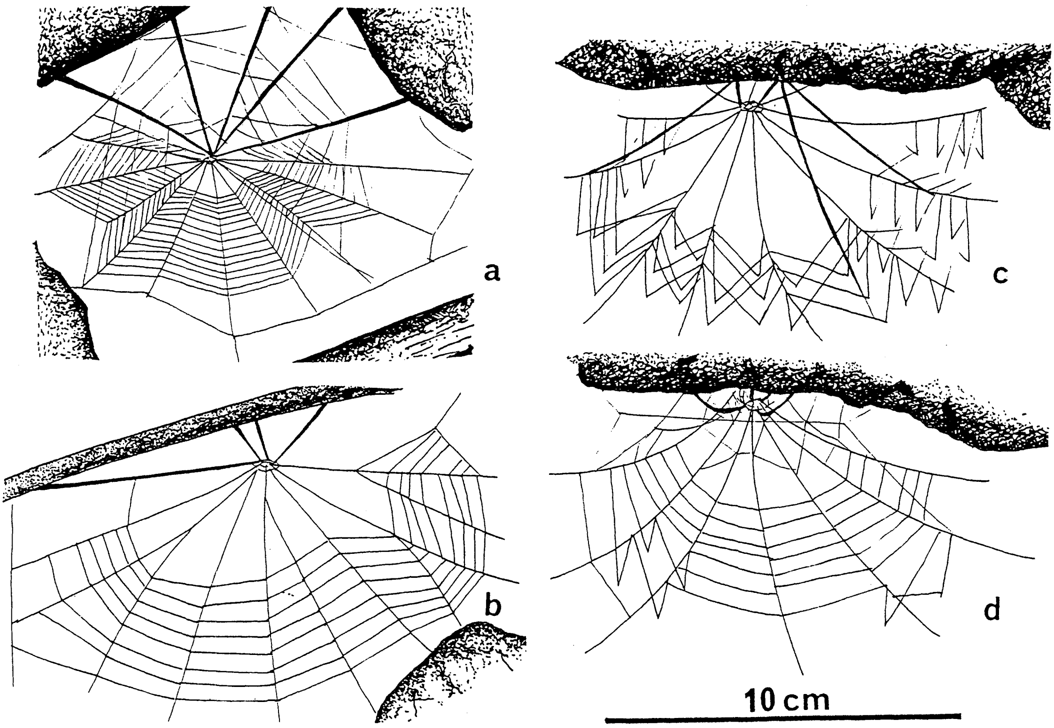

Fig. 1　Web types of *Conoculus lyugadinus* (upper view).
Horizontal orb-web (a, b). Floating web (c, d).
The thick lines show suspension threads above the web.

2～3/4の範囲に張られ，上流方向にはヨコ糸がないことが多かった。かならずしも全てのヨコ糸が水面に垂下されているわけではなく，部分的にのみ垂下されている網もあった(Fig.1-d)。

Table 1 に，ヨリメグモの成体の張った浮遊網の測定値を示す。

②水平円網：初期の幼体に比較的多く見られる水平円網は，きわめてきれいな二次元(平面)的な拡がりをもっており，ヨコ糸も全体に整然と配列していた。普通の水平円網と異なる点は，こしき部上方に複数のタテ糸からなる支持糸が存在することであった。この網は，クモの成長に伴い次第にヨコ糸の一部を欠いたり (Fig. 1-b)，こしき部上方のタテ糸との間にヨコ糸が張られるので網が立体的になる傾向があった (Fig. 1-a)。

2．造網過程(ヨコ糸の張り方を中心に)

ヨリメグモの造網過程は，浮遊網でも水平円網でも基本的には同一であった。ここでは，浮遊網を中心にその過程を段階にわけて述べる。

①浮遊網(Floating web)

(1)　ワク糸・タテ糸の作成

この過程は普通の円網を張るクモのものと基本的には同じであるが，ワク糸はそれ以前に張ってあった自分の網の一部を用いたり，隣接する他個体の網の一部を使うことが多かった。また，前日まで張られていた網は，回収されて食べられるということはなく，そのまま外周へ

Table 1 Characteristics of floating web in adult *Conoculus lyugadinus.*

Web number	Length (cm)	Width (cm)	The number of radii	The number of viscid spirals	Height of the hub above water surface (cm)
1	15	15	11+(3)^{*1}	9	3
2	11	9	10+(1)	6	3
3	10	10	12+(4)	9	3
4	13	13	14+(5)	20^{*2}	3
5	13	14	13+(3)	18^{*2}	4
6	10	10	10+(3)	22^{*2}	3
7	10	10	9+(4)	7	4
8	13	12	12+(3)	11	3
9	9	9	12+(5)	10	2
10	10	11	12+(4)	8	4
Average	11.4	11.3	11.5+(3.5)	8.6^{*3}	3.2

*1 The number of radii above the hub in parentheses.
*2 These values contain viscid spirals of the old web.
*3 This value does not contain the viscid spirals with *2 markings.

寄せ集められ，中心にあいた空間に新しい網が作成されれることが多かった。このようにして，クモはすでに張ってあった古い網の一部をワク糸として用い，そこへ糸を張っていく。この時タテ糸はこしき部の上方へも2～4本くらい張られるのが特徴的であった。

(2) こしき糸の作成

タテ糸を張り終えると，クモはこしき部へ戻り，こしき糸を2～3周(下流方向だけに張られることが多いので「半周」の方が適当であるが)張った。

(3) 足場糸の欠如

このクモは足場糸は全く張らなかった。

(4) ヨコ糸の造網過程

ヨリメグモは足場糸を張らないので，Fig. 2に示すようにヨコ糸を張る際にはタテ糸だけをつたいながら造網していくことになる。このヨコ糸張りの行動は以下に述べるようにきわめて特徴的であった。

すなわち，タテ糸をつたいワク糸方向へ移動したクモは，タテ糸の一点で止まり(0点)，ヨコ糸を糸疣から引きながら流水面に垂下した(Fig. 2-①)。クモは流水に接すると背面上位で，水面上に座るようにして糸疣を水面に付着させた。ヨコ糸と水面との接点ではヨコ糸上にさらに細かい糸が多数散在しており(Fig. 3)，一見すると付着盤(attachment disk)のようにも見えた。この糸がどのような糸腺からどのようにして出されるかは不明であるが，この糸が水との親和力を高めたり，あるいは「浮き」の役目をしているのかも知れない。

次に，クモは引いてきたヨコ糸をつたい上へ昇りタテ糸に戻った(Fig. 2-②)。この時にヨコ糸は水面から折り返して延びており，クモはこのヨコ糸を第4脚で支えていた。そして，ヨコ糸を伸ばしながらタテ糸をつたってこしき部へ戻った(Fig. 2-③)。こしき部で隣りのタテ糸に

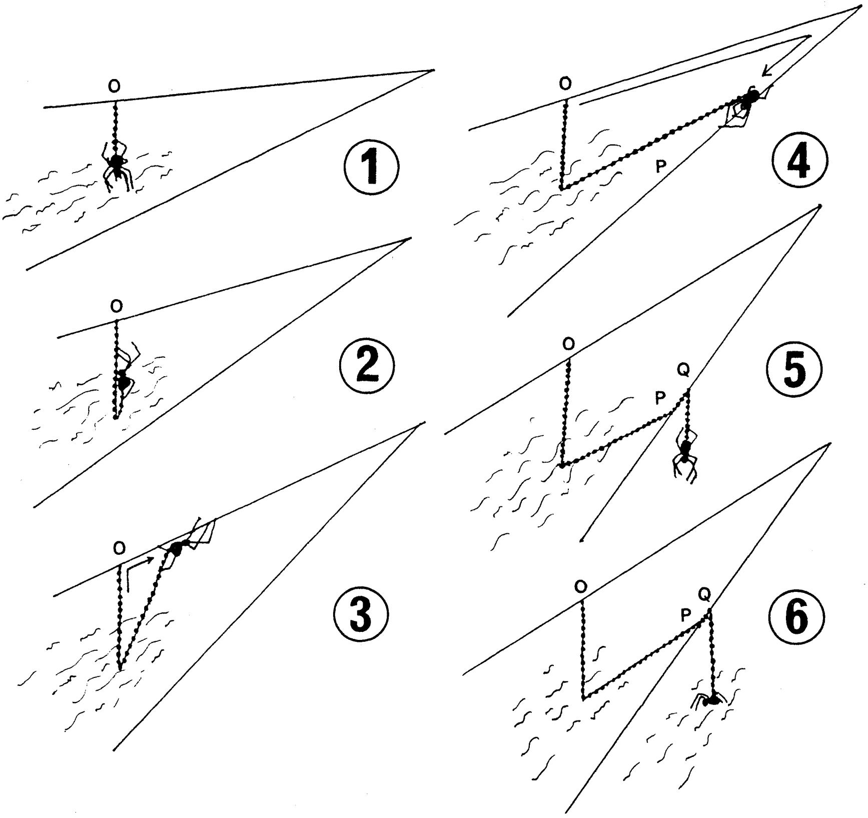

Fig. 2 Behavior of sticky spiral constuction in the floating web.

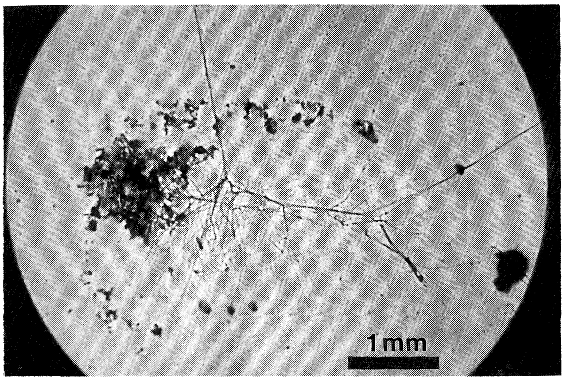

Fig. 3 The attachment point of sticky spiral on the water surface.

移るが，この時，カラカラグモ *Theridiosoma epeiroides* Bös. et Str. やトリノフンダマシ属 *Cyrtarachne*，オウギグモ属*Hyptiotes*でみられるような第 4 脚を交互に動かしてヨコ糸を繰り出すという行動は見られなかった。次のタテ糸に移ったクモは再びワク方向にタテ糸を下り，

そのタテ糸上(P点)にヨコ糸を付着させた(Fig. 2-④)。このため，ヨコ糸の形状は横からみるとV字形を成すことになる。続いてクモはP点よりこしき部の方向へ糸疣をずらせQ点に付着させた。このためにタテ糸上のP－Q間には粘球が付着した(Fig. 2-⑤)。そして，この動作を繰り返してヨコ糸を張っていった。このようにして半周くらいすると今度は逆方向へ折り返して進んだ。その結果，下流方向にのみヨコ糸が集中することになった(Fig. 4)。

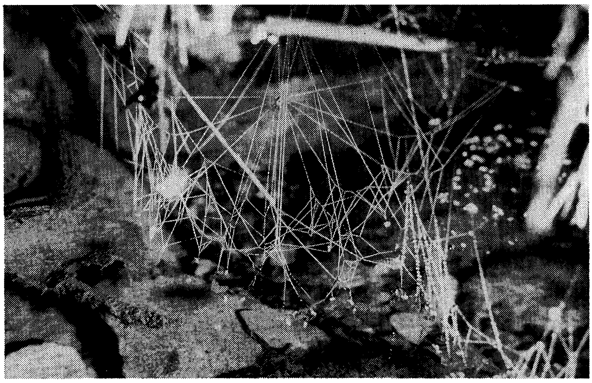

Fig. 4 The floating web of *Conoculus lyugadinus* (lateral view in down stream site). Sticky spirals were gathered around the periphery of web.

また，V字形の粘糸は右から左，あるいは左から右へと張られるので，V字形の形はゆがむ。つまり，左から右へ移動するときは左方向へずれるが(Fig.5-①)，逆に右から左へ進むときには右方向へずれていた(Fig. 5-②)。このため完成後のヨコ糸は横からるとW形にみえることが多かった(Fig. 5-③，Fig. 6)。

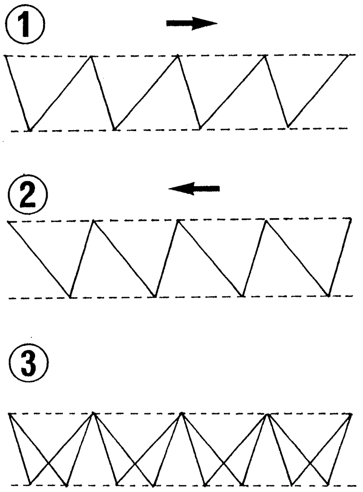

Fig.5 Sticky spiral construction in the floating web. The spider span thread from left to right ①, from right to left ②, and finished web-building③.

このクモの網のヨコ糸数は平均8.6本だったが，時々20本前後の網がみられた(Table 1)。これは前日の網のヨコ糸に当日の分が加わったためであることが造網過程の調査から明らかになった。

(5)　こしき部におけるタテ糸の引き延ばし

この行動も，このクモに見られたきわめて特徴的なものであった。すなわち，ヨコ糸を張り終えるとこしき部へ戻り，ここで一本一本のタテ糸を咬み切りタテ糸の引き延ばしを行った(Fig. 6)。つまり，クモはこしき部から1cmくらいワク方向へ下った所で，このタテ糸を咬み切り半回転して体の向きを変えた。そして後方のタテ糸に糸疣を付着させ，そこから糸を出してタテ糸を引き延ばした。ヨコ糸は水に接しているために，ゆるめられたタテ糸とそれに付着していたヨコ糸は，自然に下流方向へ流されていくことになる。このようにして一本ずつタテ糸を切断しては引き延ばすので，網はたるみV字形のヨコ糸は下流側で密に集合し，時に絡み合うので一見すると不規則網のようにみえた。また，タテ糸の引き延ばしは，こしき部上方のタテ糸に対してもなされた。

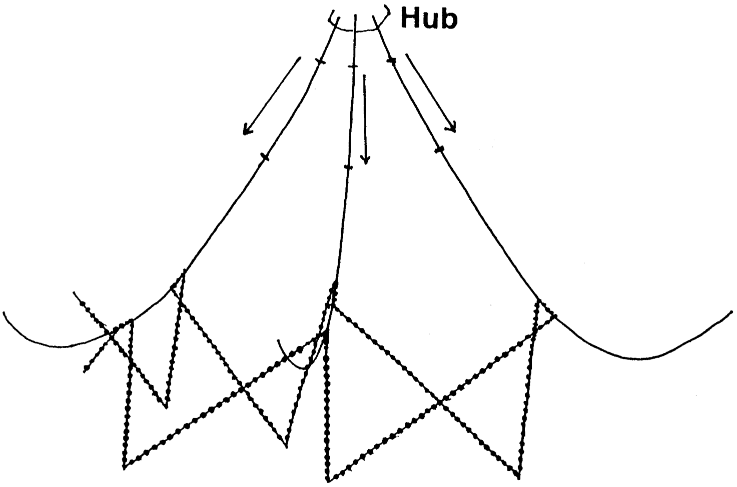

Fig.6　The loose radii. After spanning sticky spirals, the spider cuts off every radius part between the hub and the inner loop of sticky spirals. Thereafter every radius was extended toward the periphery of the web.

(6)　こしきの再作成および浮遊網の完成

このようにして，タテ糸を引き延ばし終えると，クモはこしき部へと戻る。そして，こしき部の中央を咬み切りながら，一周のみこしき糸を付け足して網を完成させた。

②水平円網(Horizontal orb-web)

水平円網の造網過程も基本的には浮遊網のそれと同じであるが，ヨコ糸を張る際にそのまま流水面へ垂下せずに，タテ糸とタテ糸間に張るので水平円網となる。

また，造網過程の最後のタテ糸の引き延ばしも，浮遊網と同様に水平円網の作成時においても行った。

3．浮遊網／水平円網の比率と造網環境との関係

本種は幼体の時も成体の時も両型の網を作る（Fig. 7）。これは網型の変異がクモの成長に伴うものではないことを意味する。環境要因との関係については，1984年に19例について調べた結果，ａ．網の位置が高すぎる場合，ｂ．網の下を流れる水が存在しない場合，ｃ．網の下を流れる水流が速い場合に，いずれも水平円網を張っていることがわかった（Table. 2）。そこで，1985年にこのことをさらに確かめるために，水平円網を張っていたものに注目して，その網が前記のａ～ｃのどの条件に合致するかを調べてみた（Table 3）。調査した279例の水平円網のうち238例（85.3%）が，ａ～ｃのうちの少なくとも一つの環境条件に合致した場所に造網しており，それら以外の条件下，すなわち造網場所が低く流れのゆるやかな水面上で水平円網を張っていたクモは41例（14.7%）にすぎなかった。

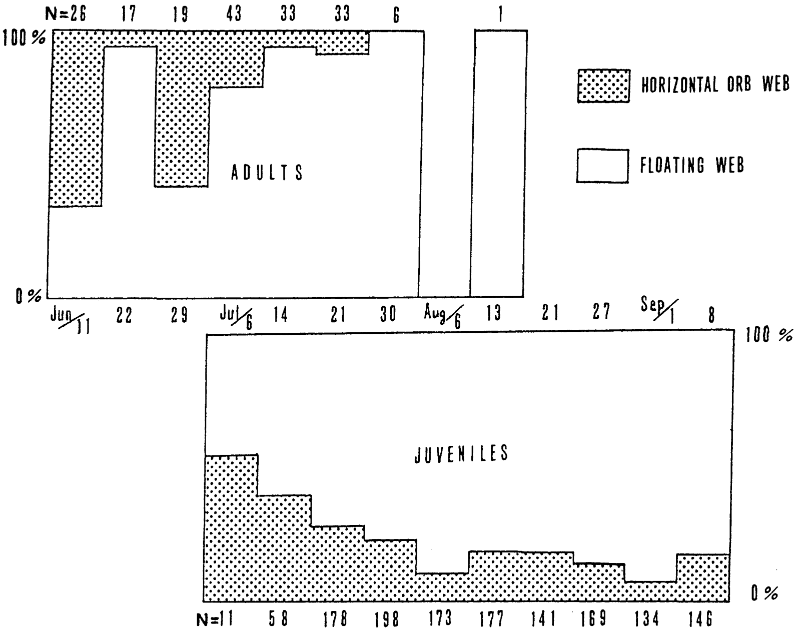

Fig.7 Frequency distribution of web-types. "N" means the number of observed webs. The floating webs occurred in both juvenile and adult webs.

考　　察

今回の調査で判明したように，ヨリメグモの網構造はきわめて多様性に富んでおり，このことが観察する個人による色々な捉えかたを許す原因になっているようだ。しかしながら，ヨリメグモの網は基本的には円網の一種であり，タテ糸とワク糸が立体的に配置されているだけである。そして，タテ糸・ワク糸の枠組みは共通だが，ヨコ糸がタテ糸とタテ糸の間に直接配置されれば水平円網となるし，ヨコ糸がタテ糸と水面との間に配置されれば浮遊網となるわけで

Table 2 The relationship between web types and the conditions of web sites.

webs	Hight of the hub above water surface (>10cm;Yes)	Absence of water under the web (Absence ; Yes)	Velocity of current (Rapid;Yes)	Web type (Horizontal; H Floating;F)
1	Yes	–	–	H
2	Yes	–	–	H
3	Yes	–	Yes	H
4	Yes	–	–	H
5	Yes	Yes	–	H
6	Yes	–	Yes	H
7	Yes	–	Yes	H
8	–	Yes	–	H
9	–	Yes	–	H
10	–	–	Yes	H
11	–	–	Yes	H
12	–	–	–	F
13	–	–	–	F
14	–	–	–	F
15	–	–	–	F
16	–	–	–	F
17	–	–	–	F
18	–	–	–	F
19	–	–	–	F

Table 3 The conditions of the sites of the horizontal orb-web.

Conditions of web sites	The number of webs in each condition	
(a) higher than 10cm above the stream	91	238*
(b) above the objects such as stones or rocks	191	
(c) above the rapid stream	19	
(d) at the sites with other conditions (unknown)	41	

*The actual number of observed webs.

ある。また，それら両者の中間的な網も存在するためにこれらの網は一見すると異なった形の網との印象を与えるが，ヨコ糸が変形されただけの，基本的には同一の網構造であることがわかる。

現在までのところ，環境条件によって網型が極端に変化するクモは，筆者の知るかぎりでは他に例がない。通例は成長に伴う変化であることが多いが，ヨリメグモの場合にはあてはまらず，幼体期から成体期のどの時期においても，環境条件によって水平円網となるか浮遊網となるかが決定されると推測された。浮遊網はヨコ糸を流水面に垂下させるので，造網の位置が高すぎたり，水がなかったり，流れが急な場合には，ヨコ糸を垂下させるのが困難となり，必然

的に水平円網とならざるを得ないのであろう。しかしながら，14.7%のクモが本来は浮遊網を張ることも可能な条件下で水平円網を張っていたことから考えると，他の未知の条件が網型の変化の要因になっているのかも知れない。たとえば，遺伝的に二型あって，それぞれが造網環境を選択している可能性も考えられるが，これらは今後の検討課題としたい。

いずれにせよ，このようなことは，おそらくヨリメグモが水に強く依存したクモとして特殊化したために生じてきたものであろう。ヨリメグモを採集して管ビンの中に入れておくと，その中に水を入れておかない限り通常一日弱ぐらいで死んでしまう。このような生理的な面からもヨリメグモが水に強く依存していることがわかる。同様に網の形についても水に対する適応が進んだと考えられる。つまり，ヨリメグモは溪流上の最下層の空間に網を張り，そこで効果的に餌を補らえるための手段として，ヨコ糸を水面に垂下させる方法を用いるに到ったのであろう。しかしながら，溪流の上流部などは流水量がきわめて大きく変化することが多く(水がなくなることもある)，また，流水上での造網空間も限られている。このため，本種は水平円網を張るという習性も遺存させていると推察された。ヨリメグモの造網過程をみれば明らかなように，このクモの造網行動は普通の円網を張るクモのそれと同一である。ただ，足場糸が張られないことやタテ糸がゆるめられることなどが異なっているが，これらはコガネグモ上科 Araneoidea の仲間(円網製作者)の造網行動の変異の一つとみなし得る(EBERHARD, 1982)。ヨリメグモは本来は円網製作者であったが，流水上へと生活範囲を拡大する過程において，次第に流水環境に適応すべく，その網型を変化させてきたクモと考えられた。

摘　　要

ヨリメグモの網構造について調査した。このクモは流水面上に網を張り，二つの型がみられた。一つは網の上部に支持糸を持った水平円網であり，他の一つは基本的には水平円網だが，ヨコ糸が垂れ下がって水面に達しているために変形していた。そして，ヨコ糸と水面との接点には多くの細かい糸がみられた。ヨコ糸を張り終えたクモは，こしき部とヨコ糸との間においてタテ糸を切断し，それらのタテ糸をゆるめた。タテ糸がゆるめられると，変形網のヨコ糸は流水上に浮遊するために，この網を浮遊網と名付けた。

網の形は，造網場所の条件に影響された。浮遊網は水面上の比較的低いところにみられたが，水平円網は水のない場所や水面上の比較的高い場所にみられた。

これらのことから，ヨリメグモは円網種に由来し，流水環境に適応したクモであると考えられた。

引　用　文　献

有田立身，1964.ヨリメグモの網について. *Atypus*, №35：15−18.

EBERHARD, W. G., 1977. The web of newly emerged *Uloborus diversus* and of male *Uloborus* sp.(Araneae ; Uloboridae). *J. Arachnol.*, **4**：201-206.

————, 1982. Behabioral characters for the higher classification of orb weaving spiders. *Evolution*, **36**：1067-1095.

————, 1985. The "sawtoothed" orb web of *Eustala* sp. (Araneae ; Araneidae) with a discussion of ontogenetic change in spider' web building behavior. *Psyche,* **92**：105-117.

HHIMER, S., & W. NENTWIG, 1982. Thoughts on the phylogeny of the Araneidea LATREILLE, 1806(Arachnida ; Araneae). *Z. zool. syst. Evolt. -forsch.*,**20**：284-295.

小松敏宏，1940. 龍河洞産蜘蛛五種に就いて. *Acta arachnol*., **5**：186-195.

熊田憲一・井上房枝・加藤輝代子，1984.トリノフンダマシ類の幼体の補食行動.*Atypus*, №85：97.

Levi, H. W., 1978. Orb-weaving spider and their webs. *Amer. Sci.,* **66**：734-742.

中平清，1973. 鵜来島・沖ノ島探蛛行.*Atypus*, №60：18-26.

新海明，1985. ジョロウグモとオオジョロウグモの網構造の比較によるジョロウグモ属の由来の一考察.*Acta arachnol*., **34**：11-22.

新海栄一・高野伸二, 1984. フィールド図鑑クモ. 1-204. 東海大学出版会，東京. Szlep, R., 1961. Development changes in web spinning intsinct of Uboboridae: Construction of the primary-type web. *Behaviour*, **27**: 60-70.

八木沼健夫, 1986. 原色日本クモ類図鑑. 305pp. pls.1-64. 保育社，大阪.